

WO 2005/105275

PCT/EP2005/000761

107594880

IAP5 Rec'd PCT/PTO 29 SEP 2006

1

Verfahren zum Begasen von Membranmodulen**Beschreibung:**

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Begasen von mehreren Membranmodulen einer im Tauchbetrieb arbeitenden Membranfilteranlage,

10 wobei den Membranmodulen von einer gemeinsamen Quelle Luft oder ein Gas zugeführt wird, die an der Membranaußenseite als Blasen in der zu reinigenden Flüssigkeit aufsteigt, und

15 wobei in den Zuführleitungen zu den Membranmodulen Schaltventile angeordnet sind, die nach einem vorgegebenen Schaltschema betätigt werden und die Luftzufuhr zu einem zugeordneten Membranmodul freigeben oder sperren.

Die Membranmodule werden in ein Becken mit einer zu reinigenden Flüssigkeit, z. B. ein Klärbecken, eingetaucht. Unter den Begriff des "Membranmoduls" fallen im Rahmen dieser Erfindung auch mehrere Membranfilter, die im 20 Schaltschema eine Begasungseinheit bilden und stets gemeinsam mit Luft oder einem Gas beaufschlagt werden.

Ein Verfahren mit den eingangs beschriebenen Merkmalen ist aus der Druckschrift US 2003/0 127 389 A1 bekannt. Bei dem bekannten Verfahren 25 werden die Schaltventile nacheinander so betätigt, dass jeweils einem Membranmodul ein großer Begasungsluftstrom zugeführt wird und alle übrigen Membranmodule mit einem permanenten Luftstrom, der kleiner ist als 50% des Begasungsluftstromes, beaufschlagt werden. Bei einer stufenlosen Umschaltung auf einen großen Begasungsluftstrom werden die Membranen vor allem im 30 Einspannbereich einer starken Beanspruchung ausgesetzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein einfaches und membran-schonendes Verfahren zum Begasen von Membranmodulen anzugeben.

Ausgehend von dem eingangs beschriebenen Verfahren wird die Aufgabe
5 erfindungsgemäß dadurch gelöst,

dass in einem ersten Verfahrensschritt das einem ersten Membranmodul
zugeordnete Schaltventil geöffnet ist, während die Schaltventile aller
weiteren Membranmodule geschlossen sind, so dass eine Begasung des
10 ersten Membranmoduls erfolgt,

dass zu Beginn eines zweiten Verfahrensschrittes zusätzlich das einem
zweiten Membranmodul zugeordnete Schaltventil geöffnet wird, so dass
sich zwei Teilluftströme einstellen, mit denen das erste und das zweite
15 Membranmodul beaufschlagt werden,

dass zu Beginn eines dritten Verfahrensschrittes zur Begasung des
zweiten Membranmoduls das dem ersten Membranmodul zugeordnete
Schaltventil geschlossen wird und
20

dass entsprechend den Verfahrensschritten 1 bis 3 nacheinander alle
Membranmodule begast werden, bis der Begasungszyklus beim ersten
Membranmodul von Neuem beginnt.

25 Da der Strömungsdruckverlust mit der Zahl der gleichzeitig geöffneten
Strömungswege abnimmt, stellen sich beim Öffnen von zwei Schaltventilen
Teilluftströme ein, die jeweils größer sind als die Hälfte des Luftsromes, der sich
bei der Begasung eines einzigen Membranmoduls im ersten und dritten
30 Verfahrensschritt einstellt. Durch die gleichzeitige Öffnung von zwei
Schaltventilen während des zweiten Verfahrensschrittes wird ein gleichmäßiger
An- und Abfahrvorgang bei der Belüftung der entsprechenden Membranmodule
auf einfache Weise erreicht.

Vorzugsweise werden zur Durchführung des Verfahrens einfache Auf-/ Zu-Schaltventile verwendet, welche lediglich entweder die Öffnungs- oder die Sperrstellung einnehmen können. Zur Vermeidung eines Eindringens von

- 5 Flüssigkeit in luftführende Teile der Membranmodule werden zweckmäßigerweise alle Zuführleitungen auch bei Sperrstellung der Schaltventile von einem Sperrluftvolumenstrom durchströmt, der im Vergleich zu dem bei geöffnetem Schaltventil austretenden Begasungsluftstrom klein ist. Der Sperrluftvolumenstrom kann durch einen Bypass, beispielsweise in Form einer zusätzlichen
- 10 Öffnung in der Zuführleitung, gewährleistet werden. Alternativ hierzu ist es jedoch auch möglich, das Schaltventil so zu gestalten, dass auch in der Sperrstellung des Schaltventils ein kleiner freier Strömungsquerschnitt verbleibt, durch den der Sperrluftvolumenstrom hindurchströmt. Zweckmäßigerweise beträgt der Sperrluftvolumenstrom weniger als 5% desjenigen Volumenstroms,
- 15 der bei alleiniger Öffnungsstellung des jeweiligen Schaltventils aus der entsprechenden Zuführleitung austritt.

Der Begasungszyklus beträgt vorzugsweise mehr als 60 s. Besonders vorteilhaft ist ein Begasungszyklus von mehr als 120 s. Mit zunehmender Länge

- 20 des Begasungszyklus wird der Luftmengenstrom, der von dem Gebläse bereitgestellt werden muss, kleiner. Bei einem längeren Begasungszyklus kann ein Gebläse mit geringerer Leistung eingesetzt werden. Unter dem Gesichtspunkt der energiesparenden Betriebsweise werden daher möglichst lange Begasungszyklen angestrebt. In Betracht zu ziehen sind daher auch
- 25 Begasungszyklen von 180 s und mehr.

Die Länge des Begasungszyklus ist von einer Mehrzahl von Faktoren abhängig, beispielsweise von der Verschmutzungsneigung der Membranmodule und der Wirksamkeit der an oder innerhalb der Membranmodule vorgesehenen

- 30 Begasungseinrichtung. Um eine hohe Filtrationsleistung aufrechtzuerhalten, muss jedes Membranmodul in bestimmten Zeitabständen mit dem maximalen Begasungsluftstrom, der von der Gasquelle bereitgestellt wird, beaufschlagt

werden. Dieser Zeitraum kann durch die Ausgestaltung des Begasungsverfahrens beeinflusst werden. Die im Folgenden erläuterten Ausgestaltungen des Begasungsverfahrens ermöglichen eine zeitliche Streckung der Begasungszyklen und sind unter dem Gesichtspunkt einer energie-5 sparenden Betriebsweise vorteilhaft.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass innerhalb des Begasungszyklus einmal oder mehrmals alle Membranmodule gleichzeitig mit Teilluftströmen begast werden, die sich durch 10 Öffnen aller Schaltventile einstellen. Alternativ können innerhalb des Begasungszyklus auch nacheinander unterschiedliche Gruppen aus mindestens drei Membranmodulen mit dem Gesamtluftstrom beaufschlagt werden, wobei sich der Luftstrom durch Öffnen der Schaltventile annähernd gleichmäßig auf die zu der Gruppe gehörenden Membranmodule verteilt und 15 wobei die Schaltventile an allen anderen Membranmodulen geschlossen sind.

Im Rahmen der Erfindung liegt es ferner, dass zwischen den Begasungszyklen alle Membranmodule durch Öffnen der zugeordneten Schaltventile gleichzeitig begast werden. Eine Ausführungsvariante sieht vor, dass zwischen den 20 Begasungszyklen jeweils eine Gruppe aus mindestens drei Membranmodulen mit dem Luftstrom beaufschlagt wird, wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Begasungszyklus eine erste Gruppe von Membranmodulen, zwischen dem zweiten und dritten Begasungszyklus eine zweite Gruppe von Membranmodulen, usw. gewählt wird.

25 Bei jeder der zuvor beschriebenen Ausgestaltungen ist die Zeit, in der alle Membranmodule oder eine Gruppe aus mindestens drei Membranmodulen gleichzeitig begast werden, zweckmäßigerweise zumindest ebenso lang wie das Zeitintervall, mit dem die Membranmodule während des Begasungszyklus 30 einzeln begast werden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlich erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine mit einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Begasen
5 von Membranmodulen betreibbare Membranfilteranlage,

Fig. 2 ein Schaltschema eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 die sich einstellenden Luftvolumenströme zur Begasung der
10 Membranmodule,

Fig. 4 bis 7 Ausführungsvarianten des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Fig. 1 zeigt eine Membranfilteranlage 1, die mehrere in ein Becken 2 mit
15 einer zu reinigenden Flüssigkeit 3 abgetauchte Membranmodule 4 aufweist. Die Membranmodule sind nur schematisch dargestellt. Unter den Begriff des "Membranmoduls" soll auch eine Gruppe aus mehreren Filtereinheiten fallen, die als Begasungseinheit geschaltet sind und daher stets gleichzeitig mit Luft beaufschlagt werden. Als Membranen werden Hohlfasermembranen verwendet,
20 die bündelweise zusammengefasst sind und mit einem permeatseitig offenen Ende in ein Kopfstück eingeharzt sind. An ihrem anderen Ende sind die Hohlfasermembranen einzeln verschlossen. Die Membranmodule 4 sind an eine gemeinsame Permeatsammelleitung 5 angeschlossen. Über ein Gebläse 6 oder eine andere Gasquelle wird ihnen von einer gemeinsamen Quelle Luft
25 oder ein Gas zugeführt, die an der Membranaußenseite als Blasen in der zu reinigenden Flüssigkeit 3 aufsteigt. In den Zuführleitungen 7 zu den Membranmodulen 4 sind Schaltventile 8 angeordnet, die nach einem vorgegebenen Schaltschema betätigt werden und die Luftzufuhr zu einem zugeordneten Membranmodul 4 freigeben oder sperren. Beim Begasen der
30 Membranmodule 4 ist in einem ersten Verfahrensschritt I das einem ersten Membranmodul 4 zugeordnete Schaltventil 8 geöffnet, während die Schaltventile 8 aller weiteren Membranmodule 4 geschlossen sind, so dass

eine Begasung des ersten Membranmoduls 4 mit einem als 100% definierten Luftvolumenstrom erfolgt (vgl. Fig. 2 und 3). Zu Beginn eines zweiten Verfahrensschrittes II wird zusätzlich das einem zweiten Membranmodul 4 zugeordnete Schaltventil 8 geöffnet, so dass sich zwei im Wesentlichen 5 stationäre Teilluftströme einstellen, mit denen das erste und das zweite Membranmodul 4 beaufschlagt werden. Die Teilluftströme sind jeweils größer als 50% des Luftvolumenstroms, der sich im ersten Verfahrensschritt bei der Begasung nur eines Membranmoduls einstellt, da der Strömungsdruckverlust mit zunehmender Anzahl geöffneter Leitungen abnimmt. Zu Beginn eines 10 dritten Verfahrensschrittes III zur Begasung des zweiten Membranmoduls 4 mit 100% wird das dem ersten Membranmodul 4 zugeordnete Schaltventil 8 geschlossen. Entsprechend den Verfahrensschritten I bis III werden nacheinander alle Membranmodule 4 begast, bis der Begasungszyklus T abgeschlossen ist und die Begasung beim ersten Membranmodul 4 von Neuem 15 beginnt. Im Ausführungsbeispiel sind die Schaltventile 8 als Auf/Zu-Armaturen ausgebildet, die lediglich entweder die Öffnungs- oder die Sperrstellung einnehmen können (s. Fig. 2). Der Fig. 3 ist zu entnehmen, dass zur Vermeidung eines Eindringens von Flüssigkeit 3 alle Zuführleitungen 7 auch bei Sperrstellung der Schaltventile 8 von einem Sperrluftvolumenstrom durchströmt 20 werden. Der Sperrluftvolumenstrom kann beispielsweise durch eine zusätzliche Öffnung in der entsprechenden Zuführleitung 7 austreten. Im Ausführungsbeispiel sind die Schaltventile 8 so ausgebildet, dass sie auch in der Sperrstellung einen verbleibenden freien Strömungsquerschnitt aufweisen, durch den der Sperrluftvolumenstrom hindurchströmt. Die Fig. 3 zeigt ferner, 25 dass der Sperrluftvolumenstrom weniger als 5% desjenigen Luftvolumenstroms beträgt, der bei alleiniger Öffnungsstellung des jeweiligen Schaltventils 8 aus der entsprechenden Zuführleitung austritt. Durch den Sperrluftvolumenstrom wird ein Eintreten von Flüssigkeit 3 in die getauchten Zuführleitungen 7 verhindert.

30 In Fig. 4 ist eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Innerhalb des Begasungszyklus T werden mehrmals alle Membran-

module 4 gleichzeitig mit Teilluftströmen $L_1, L_2 \dots L_i$ begast, die sich durch Öffnen aller Schaltventile 8 einstellen.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsvariante werden innerhalb des

5 Begasungszyklus T nacheinander unterschiedliche Gruppen aus mindestens drei Membranmodulen mit dem gesamten Luftvolumenstrom beaufschlagt, wobei sich der Luftstrom durch Öffnen der Schaltventile annähernd gleichmäßig auf die zu der Gruppe gehörenden Membranmodule verteilt und wobei die Schaltventile an allen anderen Membranmodulen geschlossen sind.

10 Fig. 6 zeigt eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem zwischen den Begasungszyklen T alle Membranmodule 4 durch Öffnen der zugeordneten Schaltventile 8 gleichzeitig begast werden.

15 Bei der in Fig. 7 dargestellten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zwischen den Begasungszyklen jeweils eine Gruppe aus mindestens drei Membranmodulen mit dem Luftstrom beaufschlagt, wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Begasungszyklus eine erste Gruppe von Membranmodulen, zwischen dem zweiten und dritten Begasungszyklus

20 eine zweite Gruppe von Membranmodulen, und so weiter fort gewählt wird.

Die Zeit, in der alle Membranmodule oder eine Gruppe aus mindestens drei Membranmodulen gleichzeitig begast werden, ist in den Ausführungsbeispielen ebenso lang wie das Zeitintervall, mit dem die Membranmodule während des

25 Begasungszyklus einzeln begast werden. Abweichungen sowohl nach unten als auch nach oben sind möglich. Bei allen zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen ist ein Begasungszyklus T von mehr als 60 s einstellbar und beträgt vorzugsweise mehr als 120 s. Begasungszyklen von weniger als 60 s sollen jedoch nicht ausgeschlossen sein.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Begasen von mehreren Membranmodulen einer im Tauchbetrieb arbeitenden Membranfilteranlage,

5

wobei den Membranmodulen von einer gemeinsamen Quelle Luft oder ein Gas zugeführt wird, die an der Membranaußenseite als Blasen in der zu reinigenden Flüssigkeit aufsteigt und

10

wobei in den Zuführleitungen zu den Membranmodulen Schaltventile angeordnet sind, die nach einem vorgegebenen Schaltschema betätigt werden und die Luftzufuhr zu einem zugeordneten Membranmodul freigeben oder sperren,

15

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass in einem ersten Verfahrensschritt das einem ersten Membranmodul zugeordnete Schaltventil geöffnet ist, während die Schaltventile aller weiteren Membranmodule geschlossen sind, so dass eine Begasung des ersten Membranmoduls erfolgt,

20

dass zu Beginn eines zweiten Verfahrensschrittes zusätzlich das einem zweiten Membranmodul zugeordnete Schaltventil geöffnet wird, so dass sich zwei Teilluftströme einstellen, mit denen das erste und das zweite Membranmodul beaufschlagt werden,

25

dass zu Beginn eines dritten Verfahrensschrittes zur Begasung des zweiten Membranmoduls das dem ersten Membranmodul zugeordnete Schaltventil geschlossen wird und

30

dass entsprechend den drei Verfahrensschritten nacheinander alle Membranmodule begast werden, bis der Begasungszyklus beim ersten Membranmodul von Neuem beginnt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltventile lediglich entweder die Öffnungs- oder Sperrstellung einnehmen können.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Vermeidung eines Eindringens von Flüssigkeit in luftführende Teile der Membranmodule alle Zuführleitungen auch bei Sperrstellung der Schaltventile von einem Sperrluftvolumenstrom durchströmt werden, der im Vergleich zu dem bei geöffnetem Schaltventil austretenden Begasungsluftstrom klein ist.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Sperrluftvolumenstrom weniger als 5% des Begasungsluftstroms beträgt, der bei alleiniger Öffnungsstellung des jeweiligen Schaltventils aus der entsprechenden Zuführleitung austritt.
- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Begasungszyklus mehr als 60 s, vorzugsweise mehr als 120 s, beträgt.
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Begasungszyklus einmal oder mehrmals alle Membranmodule gleichzeitig mit Teilluftströmen begast werden, die sich durch Öffnen aller Schaltventile einstellen.
- 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Begasungszyklus nacheinander unterschiedliche Gruppen aus mindestens drei Membranmodulen mit dem Gesamtluftstrom beaufschlagt werden, wobei sich der Luftstrom durch Öffnen der Schaltventile annähernd gleichmäßig auf die zu der Gruppe gehörenden Membranmodule verteilt und wobei die Schaltventile an allen anderen Membranmodulen geschlossen sind.

10

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Begasungszyklen alle Membranmodule durch Öffnen der zugeordneten Schaltventile gleichzeitig begast werden.
- 5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Begasungszyklen jeweils eine Gruppe aus mindestens drei Membranmodulen mit dem Luftstrom beaufschlagt wird, wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Begasungszyklus eine erste Gruppe von Membranmodulen, zwischen dem zweiten und dritten Begasungszyklus eine 10 zweite Gruppe von Membranmodulen usw. gewählt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeit, in der alle Membranmodule oder eine Gruppe aus mindestens drei Membranmodulen gleichzeitig begast werden, zumindest ebenso lang ist 15 wie das Zeitintervall, mit dem die Membranmodule während des Begasungszyklus einzeln begast werden.

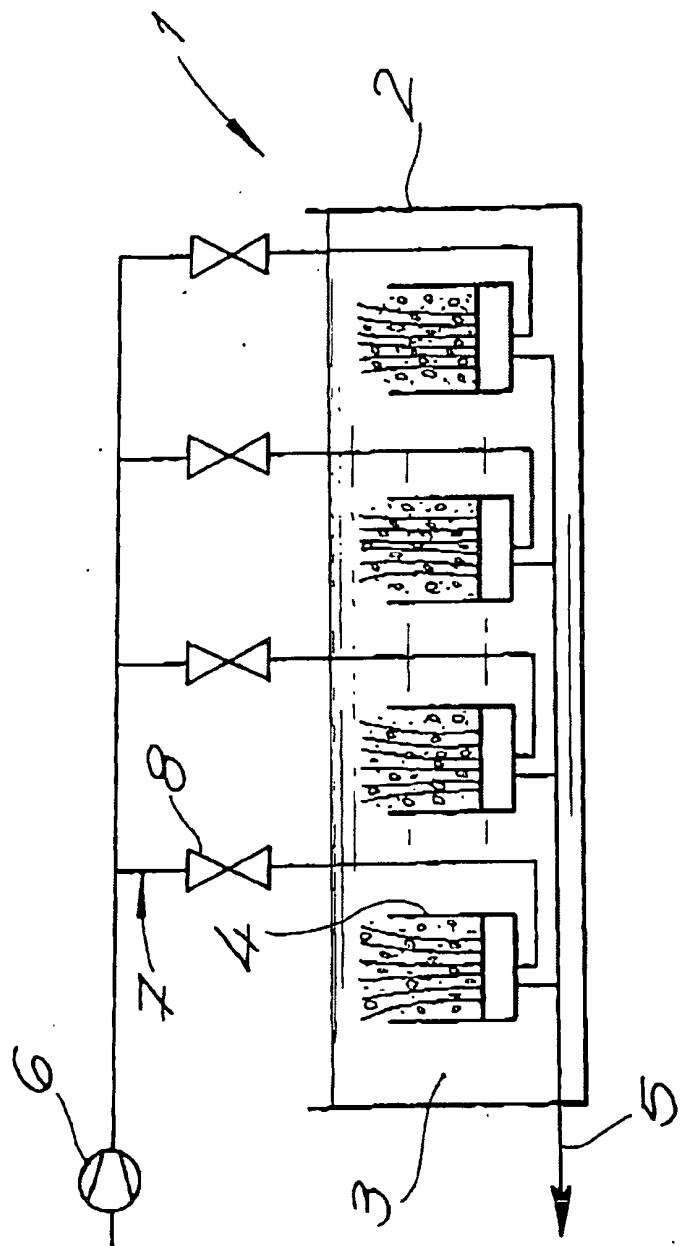
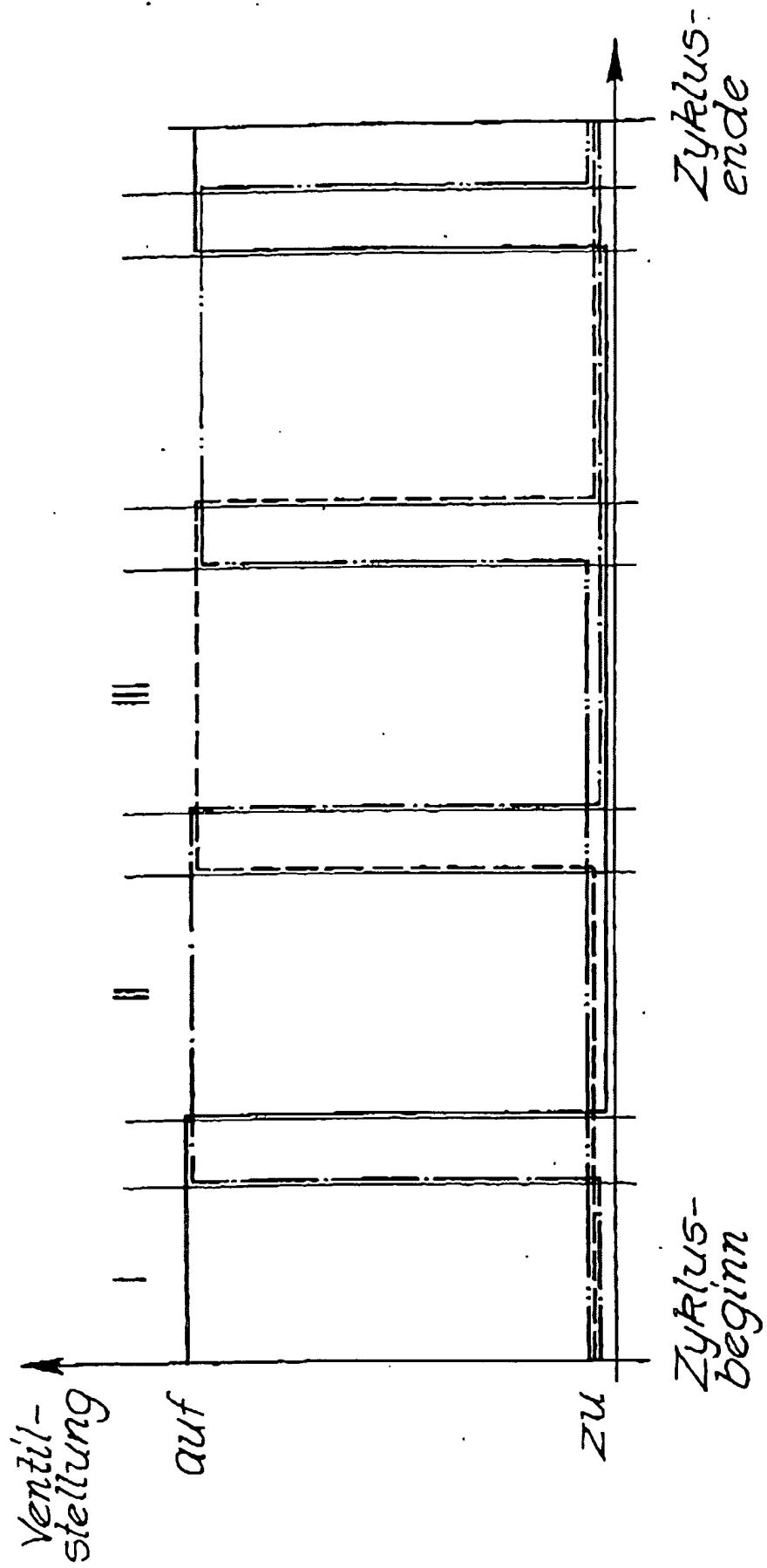
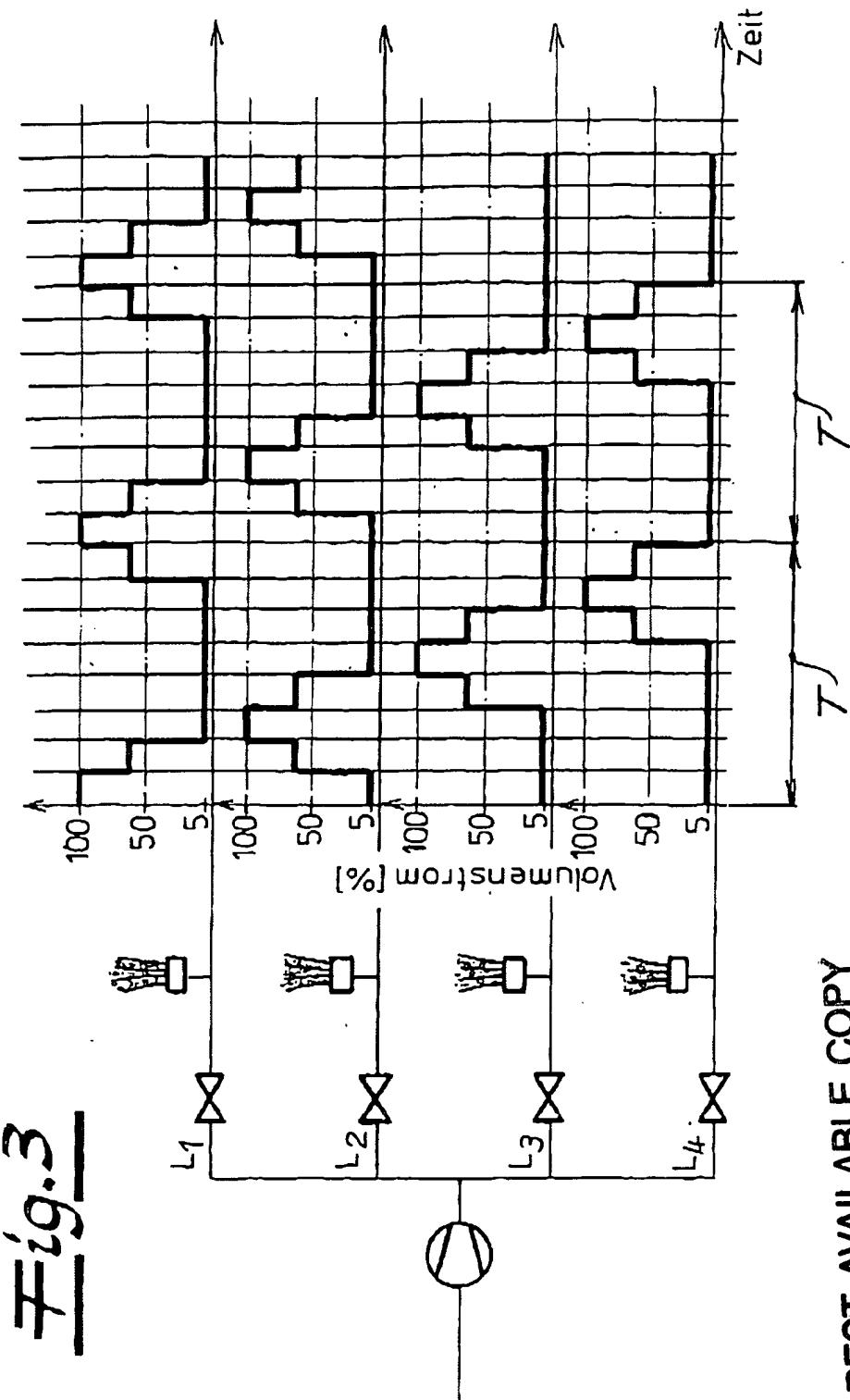


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

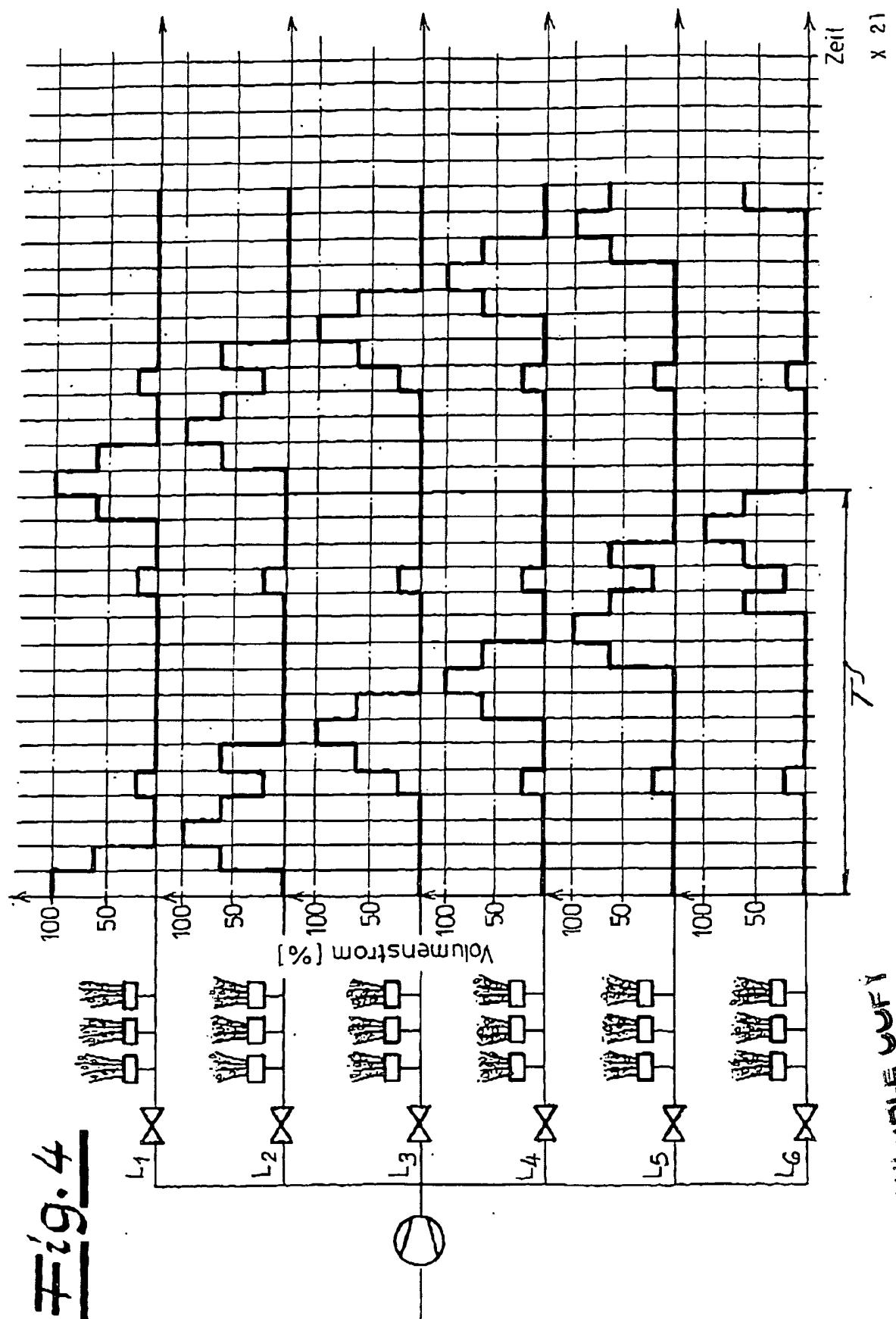




WO 2005/105275

PCT/EP2005/000761

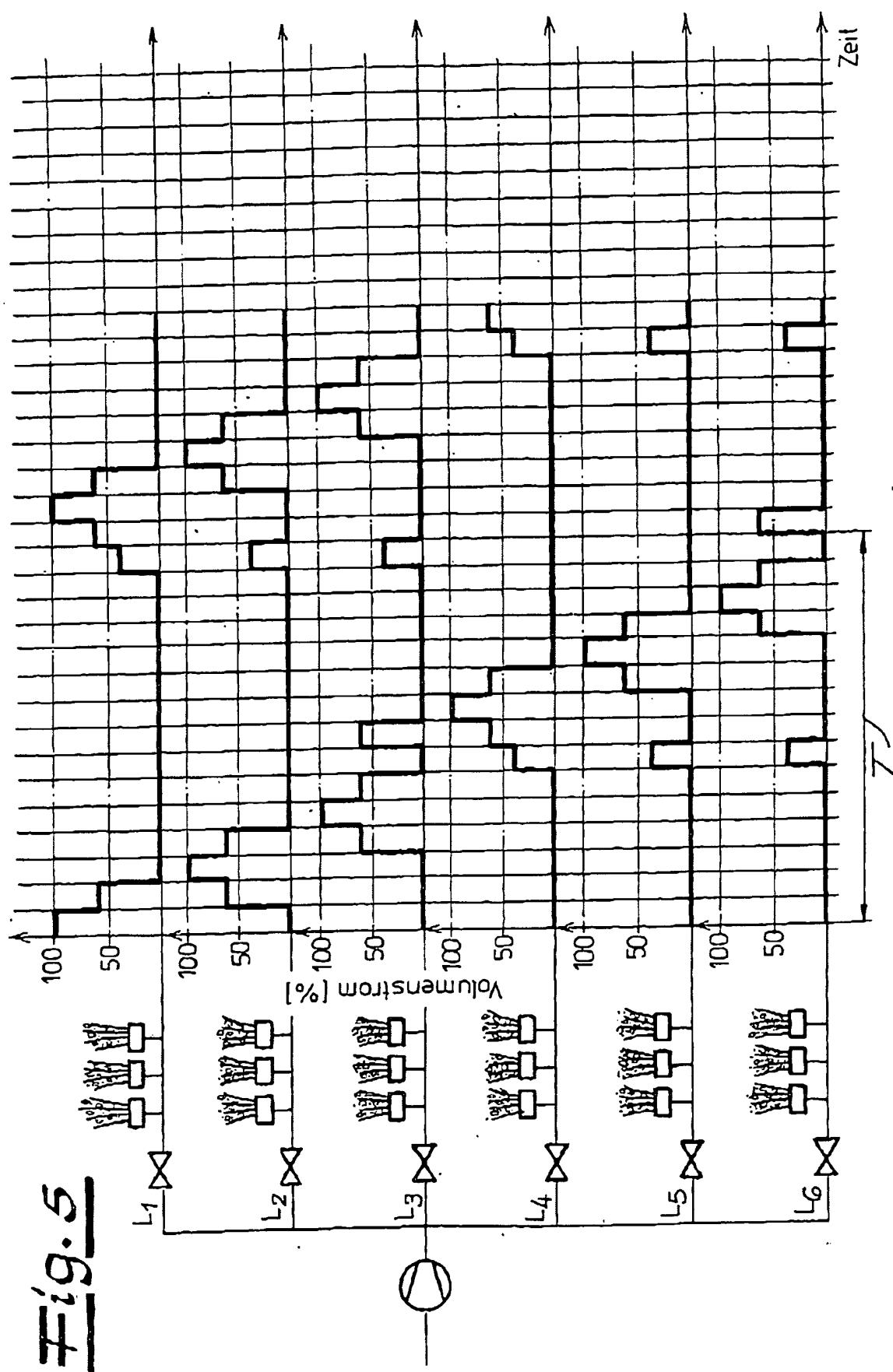
4/7



WO 2005/105275

PCT/EP2005/000761

S/7



BEST AVAILABLE COPY

X 21

WO 2005/105275

PCT/EP2005/000761

6/7

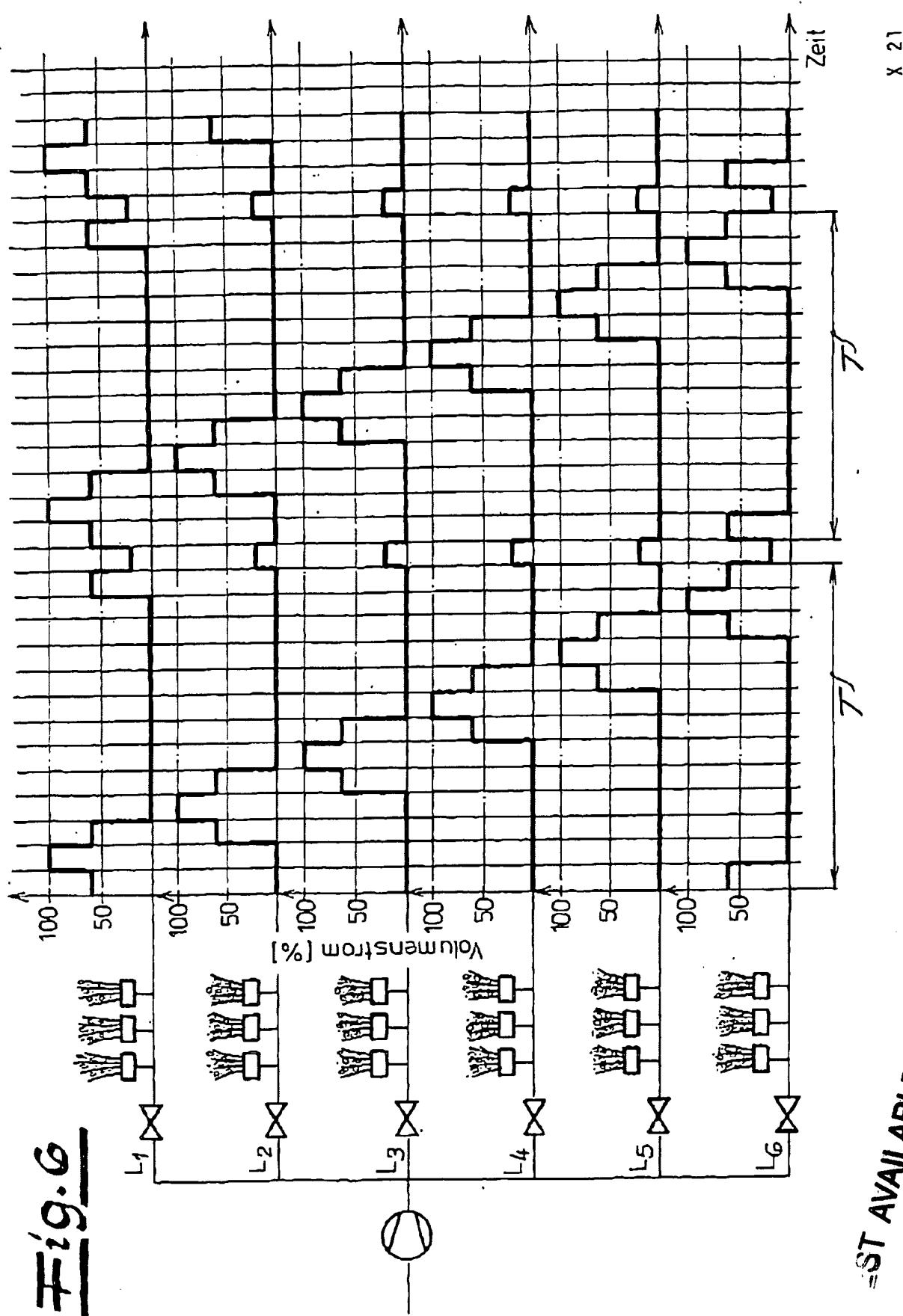


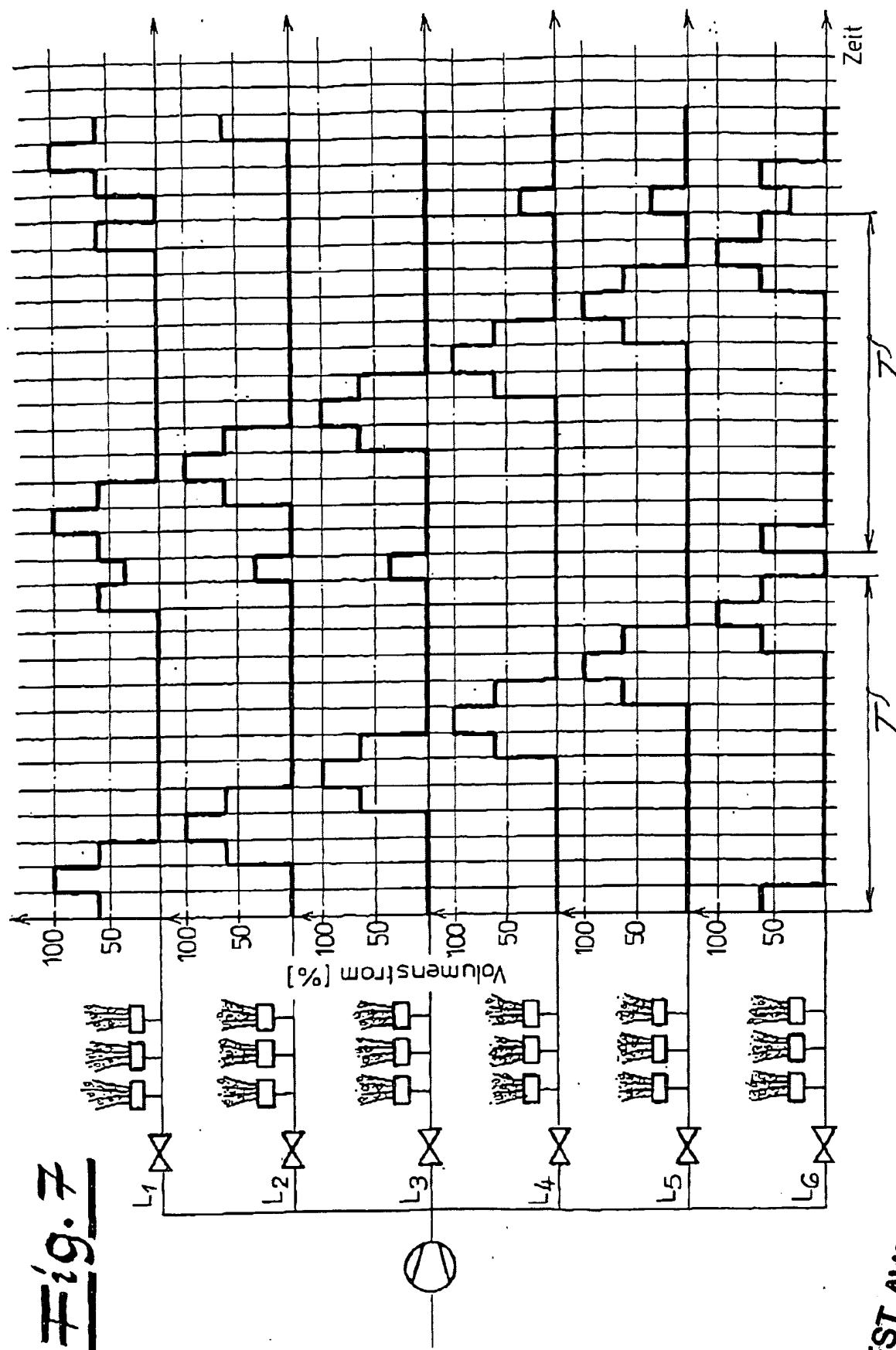
Fig. 6

ST AVAILABLE COPY

WO 2005/105275

PCT/EP2005/000761

7/7



7. 9. 11

TEST AVAILABILITY